

IKÄÄNTYVIEN VOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET POLVEN KOUKISTAJA- JA OJENTAJA-LIHASTEN VOIMAAN

Opinnäytetyö

Jenni Huovinen
Riikka Talja

Opinnäytetyö
Syyskuu 2014

Fysioterapian koulutusohjelma
Sosiaali-, terveys- ja liikunta- ala





Tekijä(t) Huovinen, Jenni Talja, Riikka	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 28.09.2014
	Sivumäärä 38	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: kyllä
Työn nimi Ikääntyvien voimaharjoittelun vaikutukset polven koukistaja- ja ojentajalihasten voimaan		
Koulutusohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Natunen, Pekka		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän kaupunki, liikuntapalvelut		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ikääntyvien voimaharjoittelun vaikutuksia polven koukistaja- ja ojentajalihasten voimaan. Voimaharjoittelulla on todettu olevan suuri merkitys ikääntyvän toimintakyvyn muutoksiin. Lihaskohtainen voimaharjoittelua iäkkäiden tulisi toteuttaa vähintään kaksi kertaa viikossa, jolloin voidaan hidastaa lihasten surkastumista ja toimintakyvyn heikkenemistä.</p> <p>Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Jyväskylän kaupungin liikuntapalveluiden kanssa. Heidän järjestämistä seniorikuntosaliryhmistä valittiin kaksi ryhmää, jotka ohjatusti harjoittelevat kerran viikossa HUR-paineilmalaitteilla. Tutkimukseen osallistui yhteensä 14 naista ja kolme miestä. Tutkimuksen aikana viisi henkilöä karsiutui pois erilaisista syistä johtuen. Tutkimus koostui alku- ja loppumittauksista, sekä niiden välillä olevasta ohjatusta kolmen kuukauden harjoittelujaksosta.</p> <p>Varsinaiset mittaukset toteutettiin HUR SmartCard paineilmasäätöisellä polven koukistus- ja ojennuslaitteella. Kyseiseen laitteeseen asennettiin testauksien ajaksi HUR:n kehittämä yleiskäyttöinen Performance Recorder mittauslaite. Mittaukset suoritettiin isometrisinä lihasvoimamittauksina.</p> <p>Tutkimus osoitti voimaharjoittelulla olevan lähinnä muutamien yksilöiden kohdalla positiivisia tuloksia. Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että kyseinen harjoittelu ei ollut riittävää, jotta olisi saavutettu positiivisia mittaustuloksia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kuntosaliharjoittelu, Lihaskohtainen voima, Seniorit, Testaus		
Muut tiedot		



Author(s) Huovinen, Jenni Talja, Riikka	Type of publication Bachelor's thesis	Date 28.09.2014
	Number of pages 38	Language of publication Finnish
		Permission for web publication: Yes
Title of publication Effects of resistance strength training on the knee extensor and flexor muscles' strength in the elderly		
Degree programme Degree Programme of Physiotherapy		
Tutor(s) Natunen, Pekka		
Assigned by The City of Jyväskylä, The physical Exercise Services		
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to examine the effects of resistance strength training on the knee flexor and extensor muscles' strength with aging people. Resistance strength training has been shown to be of great importance in the changes of the functional capacity of aging people. The elderly should do muscular strength training at least twice a week so as to slow down the loss of muscle mass and functional deterioration.</p> <p>The study was conducted in cooperation with the Physical Exercise Services of the City of Jyväskylä. Two groups of the services' senior fitness groups were selected for supervised training with the HUR- compressed air devices once a week. The study involved a total of 14 women and three men. During the study, five persons were excluded from the study for various reasons. The study consisted of start and end measurements and a supervised three-month training period between them.</p> <p>The actual measurements were carried out by using the HUR Smart Card pneumatic-regulated generation flexor and extensor device. A universal Performance Recorder, a measuring device developed by HUR, was installed on the HUR device for the testing period. The measurements were executed as isometric muscle strength measurements.</p> <p>The study showed that resistance strength training had positive results mainly on a few individuals. Based on the results it can be concluded that such training was not sufficient in order to achieve positive measurement results.</p>		
Keywords/tags (subjects) gym training, muscle strength, seniors, testing		
Miscellaneous		

Sisältö

1. JOHDANTO.....	3
2. IKÄÄNTYMINEN	5
2.1. Toimintakyvyn muutokset ikääntyessä	5
2.2. Fyysiset muutokset.....	7
2.2.1. Lihasvoima.....	7
2.2.2. Kestävyys	7
2.2.3. Tasapaino ja koordinaatio	8
2.3. Psyykkiset muutokset.....	8
2.4. Sosiaaliset muutokset	9
2.5. Kognitiiviset muutokset.....	9
3. TERVEYSLIIKUNTASUOSITUKSET IKÄÄNTYNEILLE	10
4. IKÄÄNTYNEIDEN VOIMAHARJOITTELU	11
4.1. Toteutus	12
4.1.1. Vastus ja intensiteetti.....	13
4.1.2. Frekvenssi.....	14
4.1.3. Kesto	14
4.1.4. Liikkeet	14
5. CASE TAPAUS.....	16
5.1. Toimeksiantaja	16
5.2. Ohjattu kuntosaliharjoittelu paineilmalaitteilla	16
5.3. Tutkimuksen tavoitteet	17
5.4. Tutkimushenkilöt.....	18

5.5. Mittaukset	19
5.5.1. Mitattavat lihasryhmät.....	20
5.5.2. Testilaitteisto	21
5.5.3. Laitteen säädöt.....	23
5.5.4. Testiprotokolla	24
6. TULOKSET	25
6.1. Harjoittelun vaikutukset tarkasteltuna tutkimushenkilöiden kehittymisen suhteen (%)	25
6.2. Harjoittelun vaikutukset tarkasteltuna tutkimushenkilöiden maksimaalisen voimantuottoon (KG)	25
6.3. Sukupuolten välinen kehitys	26
7. JOHTOPÄÄTÖKSET	27
8. POHDINTA	28
9. LÄHTEET.....	35
 Kuvio 1. Terveysliikuntasuositukset yli 65- vuotiaille	10
Kuvio 2. Reiden etuosan lihakset	20
Kuvio 3. Reiden takaosan lihakset.....	21
Kuvio 4. HUR paineilmasäätöinen polven ojennus- ja koukistuslaite	22
Kuvio 5. Polven koukistus- ja ojennuslaitteeseen kiinnitettävä voima- anturi sekä digitaalinen näyttölaite	22
 Taulukko 1. Tutkimukseen osallistuneet	19
Taulukko 2. Tutkimushenkilöiden voimanmuutos (Kg).....	26
Taulukko 3. Sukupuolten välinen kehityksen muutos (%). Tummennetut tulokset ovat positiivisia tuloksia	26

1. JOHDANTO

Vanhetessa ihmisen lihastoiminnassa tapahtuu rappeutumisprosessia. Lihaksen reagointikyky hidastuu, eli lihassupistus tulee viiveellä, samoin kuin supistustilasta rentoutuminen. Myös lihaksiston nopeus- ja maksimivoima heikkenevät lihasvoiman ja -massan vähenemisen myötä. Nämä ovat solutason muutoksia, joihin voidaan voimaharjoittelulla vaikuttaa rappeutumista hidastavasti. Lisäksi voimantuotto-ominaisuuksiin vaikuttavat hermostossa tapahtuvat muutokset. (Sakari- Rantala 2003, 9.)

Voimaharjoittelulla pystytään vaikuttamaan sekä lihaksen voima- että kestävyysominaisuuksiin sekä solutason muutoksiin. Näin ollen voimaharjoittelulla on suuri merkitys ikääntyneen toimintakykyyn. (Sakari- Rantala 2003, 11.) Liu ja Latham (2009) tutkivat progressiivisen voimaharjoittelun vaikutuksia senioreiden fyysiseen toimintakykyyn. Tulokset osoittivat, että päivittäisellä voimaharjoittelulla voidaan tehokkaasti parantaa fyysistä toimintakykyä, voimaa sekä suorituskkyä erilaisissa toiminnoissa. Myös Hunter, McCarthy ja Bamman (2004) totesivat vastusharjoittelulla olevan positiivisia vaikutuksia: lihasten voima kasvoi, päivittäisten toimintojen suorittaminen helpottui, energian kulutus kasvoi ja kehonkoostumus muuttui. Lisäksi spontaani aloitekyky liikuntakertoja kohtaan kasvoi.

Voiman kasvu perustuu motoristen yksiköiden lisääntyneeseen kykyyn aktivoitua käyttöön. Latham, Bennett, Stretton ja Anderson(2004) tutkivat voimaharjoittelua vammojen ehkäisyn näkökulmasta. He selvittivät, onko progressiivisella vastus harjoittelulla tehokasta vaikutusta fyysisten vammojen vähenemiseen senioreilla. Tulokset osoittivat, että vaikutusta vammojen vähenemiseen ei ollut, mutta lihasvoiman sekä toiminnallisten rajoitteiden paranemiseen sillä oli suora vaikutus.

Opinnäytetyössämme esitelty tutkimus oli muodoltaan määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää, onko progressiivisella voimaharjoittelulla vastetta ikääntyneiden alaraajojen lihasvoiman kehittymiseen. Lisäksi tarkoituksena oli antaa ajankohtaista tietoa ryhmäläisille heidän tämänhetkisestä voimatilan-

teestaan. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Jyväskylän kaupungin liikuntapalvelut ja yhteistyökumppanina Aalto Alvarin seniorikuntosaliiryhmä, sekä heidän ohjaajansa erityisliikunnanohjaaja Titta Vehmala.

Ryhmä koostui yli 65- vuotta täyttäneistä senioreista, jotka harjoittelivat paineilmäsäätöisillä HUR:n laitteilla ohjatusti kerran viikossa. Ryhmäläisistä tutkimuksemme osallistui 17 henkilöä, joista 12 henkilöä suoritti sekä alku-, että loppumittaukset (Taulukko 1.). Tehtävänämmä oli suorittaa polven ojennus- ja koukistusvoiman isometriset voimamittaukset HUR- paineilmäsäätöisellä laitteella Aalto Alvarin tiloissa ryhmän harjoitteluvuoron yhteydessä.

Tutkimuksemme koostui alku- ja loppumittauksista sekä tulosten analysoinnista. Tulokset voimatason nousussa olivat harjoitusjakson päätyttyä odotettua heikommat. Tutkimuksesta oli kuitenkin hyötyä sekä asiakkaille, että meille itsellemme: asiakkaat saivat ajankohtaista tietoa voimatasostaan ja me saimme harjoitella testaustoimintaa sekä asiakaspalvelua. Lisäksi Jyväskylän kaupungin liikuntapalvelut voi käyttää tuloksia suunnitellessaan senioriliikuntaa kaupunkiin.

Kiinnostuimme toiminnallisesta opinnäytetyöaiheesta, sillä ikääntyminen sekä kuntosaliharjoittelu ovat kumpikin tällä hetkellä pinnalla olevia aiheita. Alaraajojen lihasvoimalla on tutkittu olevan suuri merkitys itsenäisen toimintakyvyn säilymiseen, kaatumisen ehkäisemiseen sekä tasapainoon. Hyvällä alaraajojen lihasvoimalla voidaan ikääntyneillä siis välttää laitostumista ja edesauttaa heitä selviytymään kotona pidempään.

2. IKÄÄNTYMINEN

Rintala ym. (2012, 25- 26) kuvailee ikääntymisen biologisena rappeutumisprosessina, subjektiivista ja kulttuurista muutoksen näkökulmaa unohtamatta. Ikääntymisprosessissa korostetaan yksilöllisyyttä: jokainen vanhenee tavallaan. Ikääntymisen mukanaan tuomat muutokset vaikuttavat merkittävästi yksilön toimintakykyyn. Tilastokeskuksen (2014) mukaan väestörakenteestamme yli 65- vuotta täyttäneitä vuonna 2013 oli 19,4 %, mikä on lähes viidesosa koko väestöstämme. Vuonna 2000 vastaava luku on ollut 15,0 % ja vuonna 2020 luvun ennustetaan olevan jo 22,6 %. Tämä kertoo karua kieltään väestön ikääntymisestä.

50- vuodesta eteenpäin lihasmassa vähenee keskimäärin noin 1 prosentilla vuodessa. Lihasvoima ja lihasteho, eli kyky nopeisiin suorituksiin, laskee ikääntyessä lihasmassaa enemmän. Tämä johtaa iäkkäillä henkilöillä madaltuneeseen toimintakykyyn sekä vajaakuntoisuuteen. (Vuori 2010.)

Ikääntymiseen liittyy myös usein kognitiivinen heikkeneminen. Tämä näkyy erityisesti muistin heikkenemisenä. Yksilölliset erot on kuitenkin huomioitava. Liikuntaharjoittelulla voidaan positiivisesti vaikuttaa kognitiivisiin toimintoihin. Liikunta jopa saattaa pienentää riskiä sairastua erilaisiin muistisairauksiin, kuten esimerkiksi Alzheimerin tautiin. (Vuori 2010.)

2.1. Toimintakyvyn muutokset ikääntyessä

Toimintakyvyllä tarkoitetaan kykyä selviytyä itsenäisesti päivittäisissä askareissa omassa elinympäristössä (Heikkinen 2013, 56). Toimintakyky muodostuu erilaisista osa-alueista, joita ovat fyysinen, psyykkinen, sosiaalinen ja kognitiivinen toimintakyky (Mts. 60). Näissä osa-alueissa tapahtuvat muutokset eivät tapahdu samanaikaisesti, vaan muutokset toimintakyvyn osa-alueissa vaihtelevat muutosten alkamisiän, nopeuden ja elämänlaadun vaikutuksien perusteella. Lisäksi yksilöiden välillä on jonkin

verran eroavaisuutta. Itsenäinen selviytyminen ikääntyneillä henkilöillä muuttuu haasteelliseksi, kun toimintakyvyn eri osa-alueet heikkenevät. (Heikkinen 2005.) On sanomattakin selvää, että ikääntyessä toimintakyky muuttuu merkittävästi aikaisempaan verraten. Vaikeuksia ja ongelmia alkaa yksilöstä riippuen ilmetä erityisesti liikumisessa sekä aistitoiminnoissa. (Era 1997, 8.)

Psyykkisellä toimintakyvyllä tarkoitetaan henkilön suoriutumista älyllisistä toiminnoista, sekä selviytymistä henkisesti haastavista tehtävistä. Psyykinen toimintakyky on erityisesti ajatusten, tunteiden ja toiminnan hallitsemista. (Eloranta 2008, 13- 14.) *Sosiaalisella toimintakyvyllä* tarkoitetaan henkilön selviytymistä yhteisön jäsenenä, niin omassa lähiympäristössä kuin koko yhteiskunnassa. Sosiaalinen toimintakyky näkyy mm. aktiivisesta osallistumisesta erilaisissa toimintaympäristöissä. (Heikkinen 2013, 60.) *Kognitiivisella toimintakyvyllä* tarkoitetaan toimintoja, jotka voidaan yhdistää tiedon vastaanottoon ja säilyttämiseen. Lisäksi tiedon uudelleen käyttäminen vaatii kognitiivista toimintakykyä. (Heikkinen 2013, 59.)

Lihaskatoa heikentämisen lisäksi ikääntyneillä esiintyy yleisesti myös lihaskatoa eli sarkopeniaa, joka heikentää toimintakykyä merkittävästi. Sarkopeniassa lihasvoima katoaa lihasmassaa nopeammin. Liikunnalla ja erityisesti 2-3 kertaa viikossa tapahtuvalla kuntosaliharjoittelulla on suuri merkitys sarkopenian hoidossa. (Vuori 2010.) Polven ojentaja- ja koukistajalihasten voimalla on nilkan koukistajalihasten voiman lisäksi suurin merkitys päivittäisten toimintojen, kuten kävelemisen ja istumasta ylösnousemisen itsenäisessä onnistumisessa (Ramula 2004, 13).

Toimintakyvyn ylläpitämisessä liikunnan keinoin on voimaharjoittelulla saatu hyviä tuloksia. Ikäihmisillä progressiivisesti toteutetun voima-, sekä venyttelyharjoittelun vertailututkimuksessa voimaharjoittelu paransi kymmenen viikon harjoittelujakson aikana paremmin lihasvoimaa, tasapainoa ja kävelyä kuin venyttelyharjoittelu. (Barrett & Smerdely 2002.)

2.2. Fyysiset muutokset

Liikkumiskyky on fyysisen toimintakyvyn kannalta tärkeä osa-alue (Heikkinen 2013, 56). Fyysisten muutosten taustalla ovat seniori-ikäisillä solutason muutokset, jotka johtavat kehon eri järjestelmien toiminta- ja suorituskyvyn muutoksiin. Muutoksia alkaa ilmetä luustossa ja lihaksissa. Nämä johtavat tasapainon ja havaintomotoriikan muutoksiin. (Aalto 2009, 13.) Lisäksi havaittavissa on aineenvaihdunnan heikkenemistä ja aistitoimintojen hidastumista (Aalto 2009, 8).

2.2.1. Lihasvoima

Lihasmassan väheneminen, erityisesti nopeiden lihassolujen osalta, johtaa väistämättä siihen, että liikehermosolut vähenevät ja näin ollen johtonopeus ääreishermostossa hidastuu (Aalto 2009, 13). Side- ja rasvakudosta muodostuu lihaskudoksen tilalle (Mts. 8). Näin ollen myös kehon elastisuus vähenee (Rintala ym. 2012, 26).

2.2.2. Kestävyys

Ikääntyminen aiheuttaa muutoksia myös hapenottokyvyssä. Tämä johtuu sydänlihassolujen vähenemisestä ja hidastumisesta, mikä aiheuttaa sydämen supistumisnopeuden hidastumista ja näin ollen vaikuttaa myös sydämen pumppaustehoon. Sydämen seinämien elastisuus pienenee sidekudoksen määrän lisääntyessä. Tämä heikentää entisestään sydämen pumppaustehoa ja vaikuttaa suoraan hapenottokykyyn. (Aalto 2009, 15.) On tutkittu, että 25 vuoden iästä lähtien kestävyysominaisuudet heikkenevät yhden prosentin vuosivauhdilla (Rintala ym. 2012, 26).

Kestävyysominaisuuksiin heikentävästi vaikuttavia muutoksia ilmenee myös hengityselimissä ja keuhkoissa. Keuhkoissa olevien keuhkorakkuloiden määrä vähenee ja keuhkojen seinämien elastisuus pienenee. Näiden lisäksi hengitystä vaikeuttavat vielä rintakehän jäykistyminen ja kasaan painuminen. (Aalto 2009, 16.)

2.2.3. Tasapaino ja koordinaatio

Tasapaino perustuu kykyyn yhdistellä keskushermostoon tulevia tietoja. Tasapaino ja asennonhallinta heikkenevät yleisesti 50.- 60.- vuodesta lähtien, hieman yksilöstä riippuen. Tuolloin myös lisääntyvät kaatumisriskit. (Fogelholm 2011, 91.) Ikääntyvien tulisi säilyttää pystyasennossa liikkuminen mahdollisimman pitkään, sillä muuten tasapaino heikkenee. Tästä johtuen ikääntyvät viettävät pitkiä aikoja joko istuen tai makuuasennossa. Tasapainoa tulisi ylläpitää ja kehittää ikääntyessä. Tärkeää olisi liittää tasapainoharjoitukset osaksi arkipäivän toimintoja. (Lyyra 2007, 210.) Tasapaino ja koordinaatioharjoittelulla on kaatumisia ennaltaehkäisevä vaikutus (Suominen ym. 2001,61).

Tasapainoon tarvitaan myös refleksejä, tahdonalaisesti tuotettuja lihastoimintoja, automaattisia lihastoimintoja sekä monien aistien yhteistoimintaa. Tasapainon suhteen tapahtuu ikääntyessä muutoksia, jotka heikentävät pitkällä aikavälillä iäkkäiden tasapainoa. Aistitoiminnot, kuten näkö ja tasapainoelin heikkenevät iän myötä. Keskushermoston kyky yhdistää sinne saapuvaa informaatiota heikkenee. Lihasvoiman ja voimantuoton nopeus vaikuttavat myös heikentävästi tasapainon säilymiseen. (Fogelholm 2011, 91.) Tasapainoon voivat vaikuttaa iäkkäiden käyttämät erilaiset lääkevalmisteiden haittavaikutukset, kuten esimerkiksi huimaus, jotka vaikeuttavat tasapainon säilyttämistä (Heikkinen 2013, 171).

2.3. Psyykkiset muutokset

Elämän aikana ihmisen suhde itseensä, toisiin ja ympäristöönsä muuttuu (Lyyra 2007, 131). Psyykkisiä muutoksia voivat olla yksittäiset tapahtumat, kuten esimerkiksi puolison kuolema. Myös pitkäaikainen raskas elämänvaihe muuttaa ikääntyvän psyykkistä toimintakykyä. Näitä voivat olla esimerkiksi sairaudet. (Mts. 133.) Myös erilaiset muistisairaudet heikentävät psyykkisiä toimintoja, kuten muistia ja keskittymiskykyä. (Mts. 134.)

2.4. Sosiaaliset muutokset

Sosiaalisella toimintakyvyllä tarkoitetaan henkilön selviytymistä yhteisön jäsenenä, niin omassa lähiympäristössä, kuin koko yhteiskunnassa. Sosiaalinen toimintakyky näkyy mm. aktiivisesta osallistumisesta erilaisissa toimintaympäristöissä. Sosiaalinen toimintakyky on osa toimintakyvyn kokonaisuutta. (Heikkinen 2013, 60.)

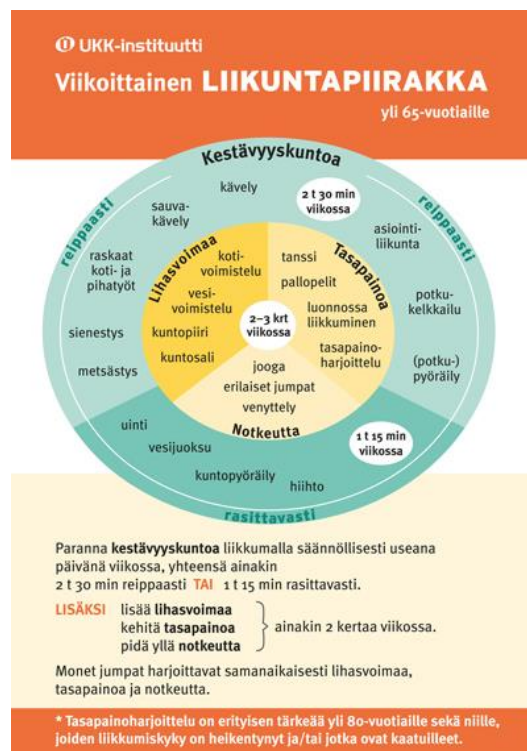
Liikunta tuo mielenvirkeyttä ja ehkäisee eristäytymistä. Viikoittaiset sosiaaliset kontaktit pitävät yllä ystävyyssuhteita ja mahdollistavat uusien tuttavuuksien tapaamisen. Yhteisöllisyys ja sitoutuneisuus ovat senioriryhmissä korkealla tasolla. (Aalto 2009, 9.)

2.5. Kognitiiviset muutokset

Terveen henkilön ikääntyessä ei tapahdu kognitiivista heikkenemistä, mikä vaikeuttaisi henkilön itsenäistä selviytymistä päivittäisissä askareissa. Erilaiset ikääntyvien muistisairaudet heikentävät kognitiivista toimintakykyä. Ilman näitä muistisairauksia iäkkäät henkilöt säilyttävät kyvyn oppia uutta sekä sopeutumisen uusiin tilanteisiin. (Heikkinen 2013, 210.) Erityisesti heikkenemistä tapahtuu työmuistin, joustavan älykkyyden ja tiedonkäsittelyn ohjauksen osalta. Kognitiivisissa muutoksissa voidaan havaita yksilöiden välillä suurta vaihtelua. (Mts. 214.)

3. TERVEYSLIIKUNTASUOSITUKSET IKÄÄNTYNEILLE

Ikääntyneille on monelta taholta tehty erilaisia terveysliikuntasuosituksia, jotka ovat kaikki kuitenkin samansuuntaisia. UKK- instituutin, Käypä- hoito sivuston, maailman terveysjärjestö WHO:n sekä yhdysvaltalaisten terveysministeriö HHS:n terveysliikuntasuositukset yli 65- vuotta täyttäneille ohjeistavat liikkumaan rasittavasti vähintään 2 tuntia 30 minuuttia viikossa vähintään 10 minuuttia kerrallaan. Lihasvoimaharjoitteita kehoitetaan tekemään kaksi kertaa viikossa sillä se on merkittävin tekijä kaatumisen ehkäisemisessä. Lisäksi tasapainoharjoittelua ja venyttelyitä tulee toteuttaa 2-3 kertaa viikossa. Kaikissa malleissa korostetaan monipuolisuutta ja säännöllisyyttä (KUVIO 1.). (UKK- instituutti 2013; Vuori 2010; Global recommendations on Physical activity for health 2010, 8; Active older adults 2008.)



Kuvio 1. Terveysliikuntasuositukset yli 65- vuotiaille

(Kts. alkuperäinen kuvio: Viikoittainen Liikuntapiirakka yli 65- vuotiaille, 2013.)

4. IKÄÄNTYNEIDEN VOIMAHARJOITTELU

Voimaharjoittelun positiivisia vaikutuksia on valtavasti. On todistettu, että 10- 30 % voimatason nousun voi ikääntynyt saavuttaa 2- 3 kuukauden harjoittelulla, jos harjoitellaan 2 kertaa viikossa. (Martiskainen 2013, 29.) Piitulainen (2002, 1) toteaa, että ikääntyneillä voimaharjoittelulla voidaan saada aikaan toiminnallisia sekä rakenteellisia muutoksia hermo- lihasjärjestelmässä jopa 2 viikon- 2 kuukauden harjoittelun seurauksena. Suurentunut lihasmassan määrä vaikuttaa suoraan lisääntyneeseen voiman määrään ja sitä kautta toimintakykyyn parantavasti. Lihasvoimaharjoittelulla saadaan parannettua myös ikääntyvien kestävyyttä ja arjessa jaksamista. (Yrkesföreningar för fysisk aktivitet 2008, 196- 197.)

Ikääntyneillä voimaharjoittelun tärkeys korostuu päivittäisissä toiminnoissa, kuten kävelyssä, siirtymätilanteissa ja portaissa. Ikääntynyt joutuu käyttämään jopa 80 % reisilihasen voimakapasiteetistaan noustessaan portaita. Itsenäisen toimintakyvyn edellytys on hyvä alaraajojen lihasvoima. (Sundell 2012.) Paremman lihasvoiman ansiosta liikkeiden hallinta paranee, mikä vaikuttaa kehonhallintaan ja tasapainoon. Tämän vuoksi kaatumisriski pienenee voimaharjoittelua harrastavilla ikäihmisillä. Pienentynyt kaatumisriski yhdistettynä lihasvoimaharjoittelulla aikaansatuun suurentuneeseen luuntiheyteen voi ehkäistä useita kaatumisista johtuvia murtumia, ja sitä kautta leikkaushoitoja ikääntyneillä. (Yrkesföreningar för fysisk aktivitet 2008, 196- 197.)

Kaatumistapaturmista aiheutuneet kustannukset ovat vuositasolla merkittävät. Kustannukset lonkkamurtumapotilailla kaatumista seuraavan vuoden aikana olivat keskimäärin 19 150 e potilasta kohden vuonna 2010, mikäli potilas kykenee kotiutu- maan. Mikäli potilas joutuu jäämään pysyvästi laitoshoidon, kustannukset nousevat 47 100 e vuodessa. (Pajala 2012, 14.) Kaatumisia ja liukastumisia sattuu Suomessa vuosittain liki 390 000. Tapauksista puolet johtaa jatkotoimenpiteisiin. (Liukastumis- ja kaatumistapaturmat 2014.) Vakuutuskorvaukset huomioon ottaen, kaatumistapa- turmista aiheutuu valtiolle vuosittain yli 600 miljoonan euron kustannukset (Liukas-

tumisten ja kaatumisten kustannukset vakuutuskorvauksineen yli 600 miljoonaa euroa vuodessa 2012).

”Yrkesföreningar för fysisk aktivitet” -julkaisun (2008, 196- 197) mukaan aktiivisella voimaharjoittelulla on havaittu olevan perusaineenvaihduntaa kiihdyttävä vaikutus. Tämä johtaa siihen, että rasvaprocentti pienenee lihasmassan korvautessa rasvakudosta. Painon putoaminen taas vähentää nivel- ja selkäkipuja.

Koska ihminen on psyykkis-, fyysis-, sosiaalinen kokonaisuus, on huomioitava voimaharjoittelun vaikutukset myös mielialassa. Lihasvoimaharjoittelulla on henkiseen hyvinvointiin kohentava vaikutus. (Yrkesföreningar för fysisk aktivitet 2008, 196- 197.) Liikunta nostaa tunnetusti itsetuntoa ja kohottaa luottamusta omiin taitoihin ja kykyihin. Tämä lisää kiinnostusta ja innostusta jatkaa liikuntaharrastusta. Lisäksi sosiaaliset kontaktit liikuntatilanteissa lisäävät henkistä hyvinvointia ja ehkäisevät yksinäisyyttä. (Martiskainen 2013, 20.)

Turvallisuus on yksi merkittävistä tekijöistä, jonka vuoksi voimaharjoittelua suositellaan ikäihmisille (Sundell 2012). Brose, Parise ja Tarnopolsky (2002) totesivat tutkimuksessaan, että valvotusti suoritettulla raskaalla voimaharjoittelulla voi turvallisesti kehittää sekä toiminnallista kapasiteettia, että lihasvoimaa ikääntyneillä. Tutkimus suoritettiin satunnaisesti valituille, 28 terveelle, yli 65- vuotta täyttäneille miehelle ja naiselle.

4.1. Toteutus

Ikääntyneiden voimaharjoittelu ei juuri eroa nuorempien harjoittelusta, kunhan harjoitteita suunniteltaessa muistetaan yksilöllisyys (Sakari- Rantala 2003, 12). Martiskaisen (2013, 16) mukaan ikäihmisten kuntosaliharjoittelussa pääajatuksena on harjoittaa isoja lihasryhmiä dynaamisesti. Tärkeintä on lisätä jokaiseen harjoituskertaan

alaraajojen lihasvoimaharjoitus, sillä heikolla alaraajojen voimatasolla on suora vaikutus toimintakykyyn. Sakari- Rantala (2003, 12) taas peräänkuuluttaa samojen periaatteiden puolesta, kuin nuorempienkin kuntosaliharjoittelussa: suuret vastukset ja pienillä toistomäärillä lisäävät maksimivoimaa ja dynaamiset toistoharjoitukset kevyemmällä painoilla taas parantavat lihaksen kestävyysominaisuuksia. Kummallakin harjoittelulla on todistetusti saatu tuloksia ja näin ollen ne soveltuvat hyvin iäkkäille.

Koska kyseessä ovat ikäihmiset, joilla kullakin on yksilöllinen terveydellinen tilansa, on huomioitava ikääntymiseen yleisesti kuuluvat nivelongelmat. Tämän vuoksi ikääntyneille suositellaan harjoittelua vain osalla liikerataa, joka ei kuormita niveltä yhtä paljon kuin täydellä liikeradalla harjoittelu. (Sakari- Rantala 2003, 12.) Tämä puoltaa laiteharjoittelua, sillä laitteessa saadaan hyvin vakioitua harjoitusasento, painot, sekä rajoitettua liikerataa. Näin harjoittelu on myös aloittelijoille turvallisempaa. (Verrill 2001.) Laitteet ohjaavat harjoittelijan optimaaliseen asentoon harjoittelua varten sekä ohjaavat suorittamaan liikkeen oikein. Laitteet auttavat kohdistamaan harjoituksen juuri niihin lihaksiin, joihin toivottua vaikutusta halutaan. Helppokäyttöisyys on lisäksi laiteharjoittelua puoltava tekijä. (Martiskainen 2013, 16.)

Vastusharjoittelussa käytetään vapaita painoja, kuminauhaa, painopakkalaitteita tai paineilmalaitteita. Kaikilla on hyvät ja huonot puolensa. Vapaat painot ovat suurempi tapaturmariski kuin painopakkalaitteet, mutta ne haastavat paremmin tasapainoa. (Sakari- Rantala 2003, 20.)

4.1.1. Vastus ja intensiteetti

Voimaharjoittelun vastuksen määrään vaikuttavat asiakkaan omat tavoitteet, sekä lähtötaso. (Sakari- Rantala 2003, 15.) Tärkeää on muistaa progressiivisuus tulosten saamiseksi: ohjelmaa ja vastusta tulisi muuttaa 2- 4 viikon välein. (Mts. 15.)

Voimaharjoittelun intensiteetti kuvastaa sitä, kuinka kovasti henkilö joutuu työskentelemään suorituksen aikana ja kuinka suurta työtä tarvitaan suorituksen onnistumi-

seksi. (Global recommendations on physical activity for health 2010, 16.) Ohjeet vaihtelevat lähteittäin: Sakari- Rantala (2003, 15) suosittaa voimaharjoittelun aloitettavan matalalla 30- 50 % kuormalla yhden toiston maksimista. Sundell (2012) ohjeistaa aloitettavan 50- 85 % kuormalla. Intensiteetin valintaan vaikuttaa paljon asiakkaan tavoitteet ja lähtötaso.

4.1.2. Frekvenssi

Frekvenssillä tarkoitetaan niiden kertojen lukumäärää, jotka esiintyvät tietyllä aikavälillä aineistossa. (Tilastotiede 2014.) Voimaharjoittelussa frekvenssi kuvaa liikkeiden, toistojen, sarjojen ja harjoituskertojen määrää. Sundell (2012) ohjeistaa tehtävän 5- 15 erilaista liikettä yhden harjoituskerran aikana. Kutakin liikettä tehdään 1- 4 sarjan ja 8- 12 toiston verran. Harjoituskertoja viikkoon sisällytetään 2- 3. Käypä hoito sekä Global recommendations on physical activity for health (2010, 16) suosittavat tehtäväksi 8-10 liikettä 10- 15 toistoa kutakin 2 kertaa viikossa. Sakari- Rantala (2003, 15) kehoittaa pitämään 30 sekunnin - kahden minuutin tauon liikkeiden välissä. Verrill (2001) korostaa, että kevyillä käsipainoilla ja kuminauhalla voi harjoitella päivittäin useita kertoja 5- 10 minuuttia kerrallaan kuntosaliharjoitusten lisäksi.

4.1.3. Kesto

Kestolla tarkoitetaan suoritukseen kulutettua aikaa (Global recommendations on physical activity for health 2010, 16). Voimaharjoittelun yhtäjaksoiseksi kestoksi Sundell (2012) määrittää 20- 60 minuuttia. Verrill (2001) puhuu lyhemmän harjoituskerran puolesta, 20–30 minuuttia on riittävän mittainen voimaharjoituskerta ikääntyneille.

4.1.4. Liikkeet

Sakari- Rantalan (2003, 13) mukaan ikääntyneille valitaan pääsääntöisesti suurien lihasryhmien lihaksia kuormittavia liikkeitä jokaiseen harjoitusohjelmaan. Tärkeimmiksi harjoitettaviksi lihaksiksi hän mainitsee lonkan ojentajat ja loitontajat, polven ja

nilkan ojentajat ja koukistajat, hartiaseudun lihakset, kyynärvarren koukistajat ja ojentajat, selän ojentajat ja vatsalihakset.

5. CASE TAPAUS

5.1. Toimeksiantaja

Opinnäytetyömme toimeksiantajana oli Jyväskylän kaupungin liikuntapalvelut. He pyrkivät liikuntapalveluja tuottamalla edistämään kaupungin asukkaiden hyvinvointia. Liikuntapalveluissa on työntekijöitä kaikkiaan noin 140 henkilöä. Heistä yhteishenkilönämme oli seniorikuntosalitoiminnasta vastaava erityisliikunnanohjaaja Titta Vehmala. (Liikuntapalvelut 2014.)

Jyväskylän kaupunki on järjestänyt yli 65- vuotta täyttäneille ohjattua, sekä vapaaharjoittelumuotoista kuntosalitoimintaa eri puolilla Jyväskylän kaupunkia. Liikuntapalvelut pyrkii järjestämään säännöllistä ja suunniteltua kuntosaliharjoittelua ikääntyneille, jolla voidaan vaikuttaa positiivisesti ikääntyvien henkilöiden toimintakykyyn. Harjoittelulla pyritään tehokkaaseen ja monipuoliseen harjoitteluun, jossa kuntosaliharjoittelun yhteydessä toteutetaan myös tasapainoharjoittelua. Harjoittelun yhtenä tavoitteena on ennaltaehkäistä ikääntyvien kaatumisia. Toimintakykymittauksia järjestetään säännöllisesti, jotta harjoittelu pysyisi riittävänä ja tuloksellisena. (Lihastoimintaa seniorikuntosalilta 2014.)

5.2. Ohjattu kuntosaliharjoittelu paineilmalaitteilla

Jokainen ohjattu kuntosaliharjoittelukerta alkaa yhteisellä alkuverryttelyllä, joka sisältää erilaisia sykettä nostavia ja lihaksia lämmittäviä liikkeitä. Tasapainoharjoitteita yhdistetään myös alkuverryttelyyn. Tämän jälkeen siirrytään laiteharjoitteluun ja lopuksi suoritetaan yhteiset loppuverryttelyt.

Jokaiselle asiakkaalle on luotu oma SmartCard, eli kirjautumiskortti. Kyseiselle kortille voidaan määritellä kullekin asiakkaalle henkilökohtainen harjoitusohjelma. Asiakas

kirjautuu kuntosalille tullessaan SmartCard kosketusnäyttöpäätteestä, josta hän valitsee itselleen harjoitusohjelman. Tämän jälkeen asiakas siirtyy harjoittelemaan paineilmalla toimiville harjoituslaitteille. Kortti kulkee mukana siirtyessä harjoittelulaitteesta toiseen. Asiakas laittaa itse kortin harjoittelulaitteeseen aloittaessaan suorittamaan liikettä. Laite lukee kortista asiakkaan harjoitusohjelman ja säätää automaattisesti oikean vastuksen laitteeseen. Kortille asennetun harjoitteluohjelman mukaan harjoittelulaite ilmoittaa, kun harjoitus on suoritettu loppuun, jonka jälkeen asiakas siirtyy seuraavaan harjoittelulaitteeseen. Harjoittelun päätteeksi kortti palautetaan kosketusnäyttöpäätteelle, josta on saatavilla suoritusraportti. Suoritusraportissa näkyvät tehdyt liikkeet, toistot ja sarjat. Kortille on tallennettu kullekin yksilöllisesti sovitut vastukset, jotka kasvavat progressiivisesti kehityksen mukana. (HUR- teknologia.)

5.3. Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksemme tavoitteena oli selvittää, onko seniorikuntosalilla tapahtuvalla harjoittelulla vaikutusta senioreiden polven koukistaja- ja ojentajalihasten maksimivoimaan (Kg). Tavoitteena oli selvittää, kehittykö senioreiden maksimivoima heille ohjatun kolmen kuukauden harjoittelujakson aikana (%). Tutkimuksen perusteella koetettiin myös selvittää, kuinka kolmen kuukauden harjoittelun vaikutukset näkyvät sukupuolten välillä.

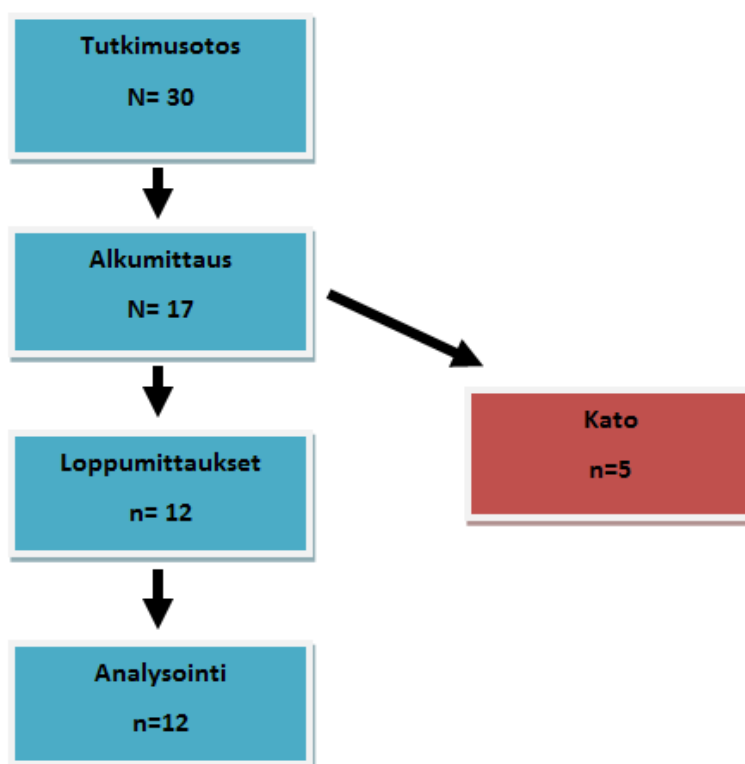
Tavoitteenamme oli myös antaa ajankohtaista tietoa senioreiden alaraajojen maksimivoimasta niin senioreille itselleen kuin heidän ohjaajilleen. Saatujen tulosten avulla voitaisiin mahdollisesti vaikuttaa senioreiden kuntosaliharjoitteluun, harjoitteluintensiteettiin sekä harjoittelumotivaatioon.

5.4. Tutkimushenkilöt

Tutkimuksen tutkimushenkilöt valikoituivat Jyväskylän kaupungin seniorikuntosalilla harjoittelevista senioreista. Kyseiset henkilöt harjoittelivat kuntosalilla kerran viikossa ohjaajan opastamana, minkä lisäksi he voivat itsenäisesti harjoitella vapaaharjoitteluvuoroilla. Kyseisiä vapaaharjoitteluvuoroja on järjestetty arkisin päivittäin.

Tutkimushenkilömme harjoittelivat HUR:n paineilmalaitteilla. Keskityimme tutkimuksemme kahden ohjatun kuntosalivuoron asiakkaiden alaraajojen maksimivoiman mittaamiseen. Tutkimusryhmäämme osallistuvat olivat vapaaehtoisesti mukana tutkimuksessa ja tutkimuksesta pystyi kieltäytymään. Useimmat tutkimuksemme henkilöt olivat harjoitelleet vuosia kyseisessä harjoitteluryhmässä, osa taas oli harjoitellut kyseisillä laitteilla vähemmän aikaa. Yhteensä tutkimukseen osallistui 17 henkilöä, joista miehiä oli kolme ja naisia 14 henkilöä. Tutkimuksen aikana viisi tutkimushenkilöä jätti tutkimuksen kesken erinäisistä syistä johtuen. Loppujen lopuksi tutkimuksemme huomioitiin 12 henkilön tutkimustulokset, joista kymmenen oli naista ja kaksi miestä.

Taulukko 1. Tutkimukseen osallistuneet



5.5. Mittaukset

Mittausten tarkoituksena oli selvittää senioreiden polven ojentaja- ja koukistajalihas-ten isometrinen maksimivoima. Isometrisellä mittauksella tarkoitetaan lihaksen staattisen voimatason mittausta, jolloin lihaksen pituus ei muutu, eli liikettä ei tapahdu. (Sakari- Rantala 2013, 10.) Mittaus suoritettiin HUR- paineilmalaitteella, pääasiassa tutkimushenkilöiden ohjattujen harjoitteluvuorojen yhteydessä. Osalle tutkimushenkilöistä oli isometrinen maksimivoimamittaus suoritettu myös aikaisempina vuosina. Näin ollen osalle tutkimushenkilöistämme testin suorittaminen oli jo valmiiksi tuttua.

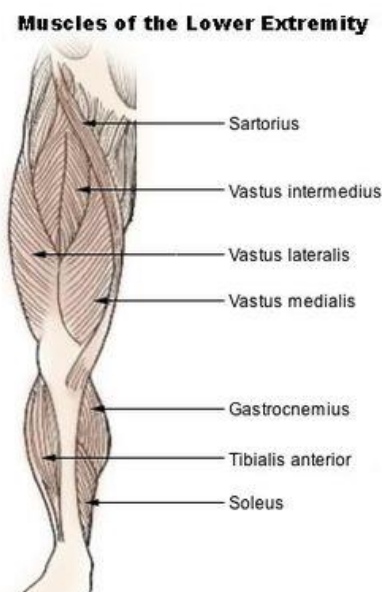
Mittaukset toteutettiin kaksiosaisena. Alkumittaukset suoritettiin tutkimushenkilöille pääasiassa 30.10.2013. Kolmelle tutkimushenkilölle alkumittaukset suoritettiin viikkoa myöhemmin (6.11.2013), sillä he olivat estyneitä varsinaisena mittauspäivänä.

Loppumittaukset suoritettiin kolme kuukautta alkumittauksen jälkeen, eli 29.1.2014. Kaikkien tutkimushenkilöiden loppumittaukset suoritettiin samana päivänä.

5.5.1. Mitattavat lihasryhmät

Keskityimme tutkimuksessamme iäkkäiden alaraajojen lihasvoiman mittaamiseen. Alaraajojen mittausta pidimme iäkkäiden lihaskuntomittauksista tärkeimpänä, sillä hyvällä alaraajojen lihasvoimalla on merkitystä esimerkiksi kaatumisten ennaltaehkäisyssä sekä kotona selviytymisessä (Sundell 2012.).

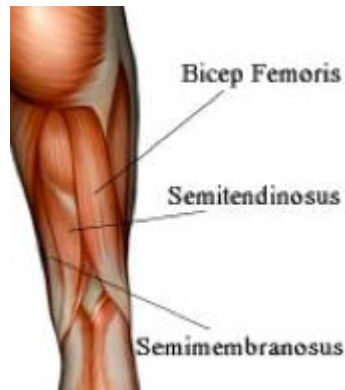
Ensimmäinen mitattava liikesuunta oli polven ojennus. Liikkeen suorittaa pääasiassa *musculus quadriceps femoris* (nelipäinen reisilihas), johon kuuluvat m. rectus femoris (suora reisilihas), m. vastus intermedius (keskimmäinen reisilihas), m. vastus lateralis (ulompi reisilihas) ja m. vastus medialis (sisempi reisilihas) (KUVIO 3.). (Nienstedt ym. 2008, 157- 158.)



Kuvio 2. Reiden etuosan lihakset

(Kts. alkuperäinen kuvio: Nelipäinen reisilihas 2014.)

Polven koukistuksen suorittaa *musculus biceps femoris* (kaksipäinen reisilihas). Liikettä avustaa myös m. semitendinosus (puolijänteinen lihas) ja m. semimembranosus (puolikalvoinen lihas) (KUVIO4.). (Nienstedt ym. 2008, 158- 159.)



Kuvio 3. Reiden takaosan lihakset

(Kts. alkuperäinen kuvio: Quizlet 2014.)

5.5.2. Testilaitteisto

Mittauslaitteistomme olivat HUR Labsin tuotteet ja ohjelmisto, jotka on kehitetty ihmisen fyysisen suorituskyvyn testaamiseen ja seurantaan. HUR Labsin tuotteita on kehitetty monipuolisesti isometrisistä voimamittauslaitteista tasapaino- ja hyppytestilevyihin. HUR Labs on suomalainen yritys, jolla on johtava asema alallaan maailmassa. (HUR Labs, 2014.)

Testilaitteistona toimi HUR SmartCard paineilmasäätöinen polven ojennus- ja koukistuslaite (KUVIO 5.). Testilaitteeseen asennettiin testauksien ajaksi kannettava ja yleiskäyttöinen Performance recorder mittauslaite. Kyseinen laite on nimenomaan tarkoitettu isometrisiin lihasvoimamittauksiin. Mittauslaitteessa on kiinnitettävä voima-anturi sekä digitaalinen näyttölaite (KUVIO6.). Näyttölaite näyttää ruudulla digitaalisesti korkeimman mitatun arvon. (HUR- labs, 58.)



Kuvio 4. HUR paineilmasäätöinen polven ojennus- ja koukistuslaite
(Alkuperäisen kuvan ottanut: Riikka Talja 2014.)



Kuvio 5. Polven koukistus- ja ojennuslaitteeseen kiinnitettävä voima- anturi sekä digitaalinen näyttölaite
(Alkuperäisen kuvan ottanut: Riikka Talja 2014.)

5.5.3. Laitteen säädöt

Isometrinen maksimivoimamittaus polven ojentaja- ja koukistajalihaksille suoritettiin yksitellen kullekin tutkimushenkilölle. Testilaitteeseen asennettu Performance Recorder on mahdollista asettaa ainoastaan yhteen kohtaan. Tämä tarkoittaa sitä, että polven ojennusvoimaa mitattaessa polven nivelkulma on noin 140 astetta. Kun mitataan polven koukistusvoimaa, polven nivelkulma on noin 120 astetta. Tämä on kuitenkin perustelua, sillä kyseisillä kulmilla voidaan saavuttaa voimakkain voimantuotto. (Kuntotestauksen käsikirja 2010, 139.)

Laitteen selkänojaa voidaan säätää eteen- taakse suunnassa. Tavoitteena on, että tutkimushenkilön polvitaive asettuu laitteen istuinosan ylemmän rullan päälle. Koko testisuorituksen ajan tutkimushenkilöiden tulisi pitää ristiselkä kiinni selkänojassa. Muutamilla tutkimushenkilöillä testilaitteen eteen- taakse suuntainen säätö ei ollut riittävä, jotta polvitaive asettuisi hyvin ylemmän rullan päälle. Kyseisissä tapauksissa tutkimushenkilöiden selän taakse lisättiin noin 10cm paksuinen pehmuste.

Laitteen alempi rulla tulee säätää niin, että rulla asettuu nilkan kohdalle. Alemmassa rullassa on neljä säätökohtaa. Säätö tulee suorittaa tarkasti, jotta mittaus olisi mahdollisimman totuudenmukainen. Alemman rullan säätökohta huomioidaan myös mitaustulosta kirjatessa, sillä kyseisen säädön tulisi olla myöhemmin mitattaessa samassa kohtaan.

Kyseisessä laitteessa on myös tukivyöt lantion ja reisien päällä. Nämä kiristettävät tukivyöt tulee olla riittävän kireällä mittaustilanteen aikana, jotta tutkimushenkilö voi käyttää koko voimakapasiteettinsa mittauksen aikana. Laitteen sivuilta löytyvät myös tukikahvat, joista tutkimushenkilön tulee pitää kiinni mittauksen aikana. Näin varmistetaan asennon vakioiminen.

5.5.4. Testiprotokolla

Testauksen aluksi jokaiselta tutkimushenkilöltä kerättiin tutkimuksemme kannalta tärkeimmät esitiedot. Näitä olivat syntymävuosi, pituus, paino, sairaudet sekä aiemmat liikuntatottumukset. Lisäksi tiedustelimme hyötyliikunnan määrää (esimerkiksi porraskävely kerrostalossa asuvilla). Esitietojen perusteella pyrittiin varmistamaan, että tutkimukseen osallistumiselle ei ollut terveydellisiä esteitä.

Esitietojen jälkeen asiakas sai tutustua testausvälineeseen, jonka ohessa laite säädettiin kullekin testaushenkilölle sopivaksi. Laitteen säätämisen jälkeen jokaiselle tutkimushenkilölle kerrottiin testauksen suoritusohjeet. Jokaisella tutkimushenkilöllä oli kolme yritystä jokaista testattavaa osa-aluetta kohden. Jokaisen yrityksen välissä pidettiin 2 minuutin palautus. Ennen ensimmäistä suoritusta tutkimushenkilöt saivat kertaalleen yrittää kyseistä suoritusta, minkä jälkeen laitetta tarvittaessa säädettiin asiakkaalle sopivammaksi.

Kun kaikki mittaukset tutkimushenkilönkohdalla oli tehty, varmistettiin tutkimushenkilöiltä heidän vointinsa haastattelemalla heitä. Samalla heille annettiin sanallista palautetta testituloksista. Lisäksi heille pyrittiin antamaan vinkkejä kolmen kuukauden harjoittelujakson tehostamiseksi.

6. TULOKSET

Tuloksia voidaan tarkastella usealta eri kannalta. Mikäli tutkimusryhmän tuloksia tarkastellaan kolmen kuukauden aikana tapahtuneen kehityksen (%) mukaan, voidaan todeta tapahtuneen osittain positiivisia muutoksia. Kun tuloksia tarkastellaan tutkimushenkilöiden harjoittelujakson tapahtuneen voimamuutoksen mukaan (Kg), voidaan todeta tapahtuneen ainoastaan heikentyneitä muutoksia.

6.1. Harjoittelun vaikutukset tarkasteltuna tutkimushenkilöiden kehittymisen suhteen (%)

Testitulosten perusteella voidaan todeta, että senioreiden kolmen kuukauden harjoittelulla on ollut osittain positiivisia vaikutuksia tutkimushenkilöiden polven ojenta- ja koukistajalihasten voimaan. Merkittävin kehitys tutkimushenkilöillä tapahtui vasemman alaraajan polven koukistusvoimassa. Kyseinen tulos kehittyi tutkimushenkilöillä kolmen kuukauden harjoittelujakson aikana +9,40 %. Luku on keskiarvo kaikkien tutkimukseen osallistuneiden maksimaalisen voimantuoton kehityksen tuloksesta. Positiivinen tulos ilmeni myös oikean alaraajan polven ojennusvoimassa, missä kehitystä alkumittaukseen nähden tutkimushenkilöillä tapahtui +0,79 %.

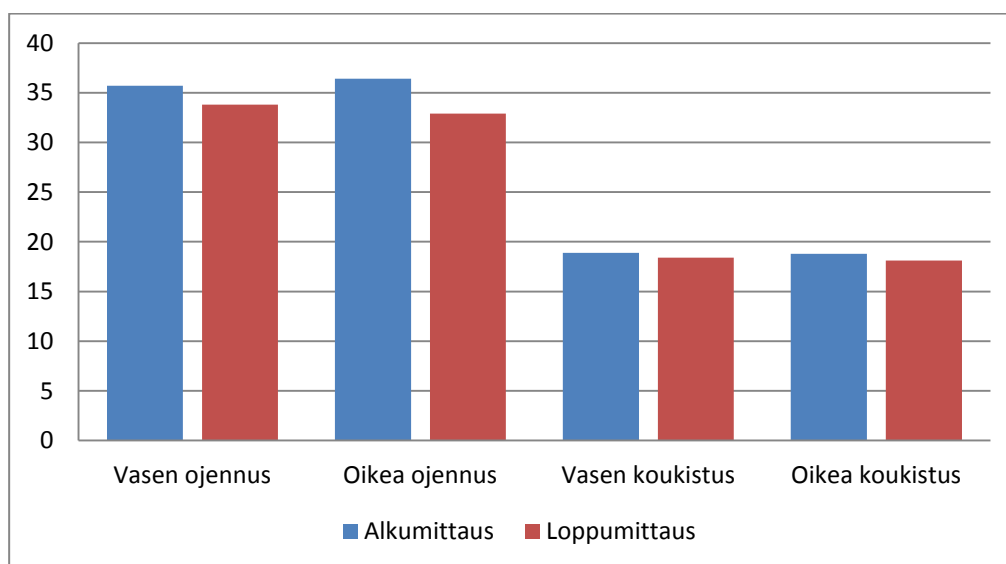
Testitulokset osoittavat, että vasemman alaraajan polven ojennuslihaksissa tulos heikkeni harjoittelujakson aikana -5,67 %. Lisäksi oikean alaraajan polven koukistajalihaksissa tulos laski -1,33 %.

6.2. Harjoittelun vaikutukset tarkasteltuna tutkimushenkilöiden maksimaalisen voimantuottoon (KG)

Tutkimushenkilöiden kolmen kuukauden harjoittelua arvioitaessa maksimaalisen tuotetun voimamäärän (kg) mukaan, voidaan todeta tutkimushenkilöiden tulosten

laskeneen kauttaaltaan. Oikean alaraajan polven ojennusvoima laski tutkimushenkilöillä 3,8kg, kun vasemman alaraajan polven ojennusvoima laski 1,9kg. Alaraajojen koukistusvoiman lasku oli maltillisempaa. Oikean alaraajan polven koukistusvoima laski 0,7kg ja vasemman alaraajan polven koukistusvoima laski 0,5kg (Taulukko 2.).

Taulukko 2. Tutkimushenkilöiden voimanmuutos (Kg)



6.3. Sukupuolten välinen kehitys

Miesten ja naisten välisessä kehityksessä kolmen kuukauden harjoittelujakson jälkeen oli jonkin verran eroavaisuutta. Naisilla kolmen kuukauden harjoittelujakson aikana merkittävimmin kehittyi vasemman alaraajan polven koukistusvoima, jossa kehitys oli +12,63 %. Vastaava lukema miesten osalta laski merkittävästi -16,75 % (Taulukko 3.).

Taulukko 3. Sukupuolten välinen kehityksen muutos (%). Tummennetut tulokset ovat positiivisia tuloksia

	vasen ojennus	vasen koukistus	oikea ojennus	oikea koukistus
Naiset	-6,46 %	12,63 %	2,42 %	-2,20 %
Miehet	-4,15 %	-16,75 %	-7,35 %	3,05 %

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että alaraajojen lihasvoiman osalta harjoittelu kolmen kuukauden harjoittelujakson aikana ei ole ollut tutkimusryhmällä riittävää. Tutkimustulokset osoittavat, että harjoittelua tulisi tehostaa progressiivisesti, mikäli ikääntyvien alaraajojen lihasvoimaan haluttaisiin positiivisia muutoksia. Tietyillä osa-alueilla tutkimustuloksissa tapahtui loppumittauksissa positiivisia muutoksia. Tulee kuitenkin huomioida, että laskevia tuloksia oli positiivia tuloksia enemmän.

Kehittymistä tapahtui yksilötasolla jonkin verran, mikä ei näy, kun tutkimustulokset niputetaan yhteen. Yksilötasolla esimerkiksi henkilö X:n vasemman alaraajan koukistusvoima kasvoi +112,8 % ja oikean alaraajan ojennusvoima kasvoi 136,8 %. Kyseisen henkilön toimintakyvyn kehittyminen näkyy hänen tutkimustuloksissaan. Monelle lihasvoimamittaukset ovatkin erinomainen kannustin oman toimintakyvyn kehittämiseksi.

Vaikka varsinaiset tutkimustulokset koskivat lähinnä mitattua alaraajojen lihasvoimaa, on seniorikuntosalilla harjoittelulla monia muita positiivisia vaikutuksia. Lihasvoima mittauksien yhteydessä ikääntyvät kertoivat, kuinka tärkeitä viikoittaiset tapaamiset seniorikuntosalilla ovat.

olla oli varmasti suuri merkitys tuloksiin. Lisäksi edellä mainittu **muu liikunta-aktiivisuus** arjessa aiheutti suuria eroja testausryhmän yksilöiden välisissä tuloksissa. Suurin osa ryhmäläisistä ilmoitti liikkuvansa kuntosalin lisäksi myös muilla keinoin useita kertoja viikossa. Tyypillisin liikuntamuoto oli sauvakävely ja uinti. Nämä liikuntamuodot ovat kokonaisvaltaisesti elimistöä kuormittavia ja tukevat hyvin kuntosaliharjoittelua. Pyysimme testattaviamme kirjaamaan joulutauon aikaiset kaikki liikuntakerrat ylös (laji, kesto sekä päivä). Pieni osa testiryhmästä palautti lomakkeen. Pohdimme myös, kuinka moni mahdollisesti liioitteli liikuntasuorituksiaan. Lisäksi osa testiryhmäläisistä ei luultavammin ole muistanut kirjata kaikkia liikuntasuorituksiaan kyseiseen lomakkeeseen. Joulutauon aikaisesta liikunnan seurannasta saimme siis niukasti tietoa. Lisäksi sairastumiset rokottivat tuloksia muutamien henkilöiden osalta.

Kokonaisuutena onnistuimme mielestämme **tutkimustilanteen järjestämisessä** hyvin. Mittaustilanteet sujuivat luontevasti ja sekä asiakkaat, että testiryhmä olivat tyytyväisiä toimintaan. Näin jälkikäteen pohdittuna, mieleen kuitenkin tulee, toimimme ko kaikkien mitattavien kohdalla samalla tavalla: annoimmeko samanlaisen suullisen ohjeistuksen kaikille. Meillä oli alkumittauskerralla mukana mittauksissa auttamassa kolme ensimmäisen vuoden fysioterapeuttiopiskelijaa. Ohjeitimme heidät ennen testauksen aloitusta toimimaan samalla tavalla kuin itse toimimme, mutta kiireisestä aikataulusta johtuen ohjeistuksessa saattoi tulla pieniä eroavaisuuksia. Loppumittauskerralla mittasimme itse asiakkaamme, joten mietimme, oliko esimerkiksi kannustuksessa eroa. Asiakkaat olivat meille jo tuttuja, joten jännitystä mittaustilanteessa oli aloitusmittauskertaa vähemmän. Koemme onnistuneemme ainakin asiakkaan kohtaamisessa ja asiakaspalvelussa hyvin.

Suurimmaksi huolenaiheeksi mittauksissa osoittautui **testilaitteiston tarkkuus**. Käytimme mittauksissa samaa HUR-laitteiston anturia, jolla isometristä voimaa mitataan. Anturin asennon vakioimisessa ei ollut ongelmia, mutta ongelmaksi muodostuivat eriävät tulokset käsikäyttöisen mittauslaitteen ja tietokoneelle kirjautuvien tulosten välillä. Ajoittain tulokset olivat hyvin yhteneviä mittaustulosten eron ollessa vain 0,1 kilon luokkaa, mutta suurimmat heitot olivat kymmenien kilojen heittoja. Emme

saaneet selville, mistä tämä tulosten heittelevyys saattoi johtua. Otimme HUR:n laiteasiantuntijaan Mia Kaukoseen yhteyttä, muttei hänkään keksinyt selitystä. Päädyimme noudattamaan yhtenäistä linjaa ja huomioimme tietokoneen näyttämät tulokset.

Pohdimme myös, saimmeko **vakioitua mittaustilanteen** tarpeeksi tarkasti kaikille samanlaiseksi. Koska mitattavana oli sekä miehiä, että naisia, olivat fyysiset kokoerot suuret yksilöiden välillä, ja tämän vuoksi HUR:n laitteen istuma- asennon säädöt eivät riittäneet kaikille. Jouduimme lyhyiden naisten kohdalla turvautumaan lisätyynyihin, jolla saatiin asento vakioitua niin, että maksimaaliseen suoritukseen oli mahdollisuudet. Mittaus- asentoa saimme hyvin vakioitua lantio- sekä reisivöillä sekä käsikahvoilla ja selkänojalla. Kompensaatioliikkeiden välttämiseksi jokainen sai kokeilla tehdä suorituksen kerran ennen mittaussuoritusta. Silti muutamien asiakkaiden kohdalla sattui niin, ettemme huomanneet kompensaatioliikkeitä, kuin vasta suorituksen lopussa (esimerkiksi henkilön pitäessä käsiään kiinni laitteessa eikä käsinojissa muuttaakaan asentoaan antaen näin lisää voimaa polven koukistukseen ja ojennukseen).

Mietimme myös, kuinka **yksi harjoituskerta vaikutti testisuoritukseen**. Huomasimme, että toiset testattavat tajusivat liikkeen heti ensimmäisellä kerralla kun taas toisilla oikean tekniikan ymmärtämiseen meni kauemmin aikaa. Liikkeen hahmottamista vaikeutti huomattavasti se, että testattavissa liikesuunnissa ei testitilanteessa tapahtunut oikeaa liikettä, vaan isometrinen jännitys, toisin kuin laitteella harjoiteltaessa, jolloin aikaan saadaan dynaamista liikettä. Mittaustilanteen vakioinnin suurimmaksi ongelmaksi muodostui **eriävä lihasten kuormitustila ennen testisuoritusta**. Ohjattu alkulämmittely oli kaikille yhteinen, mutta tämän jälkeen testattavat tekivät omaan tahtiinsa voimaharjoitteita käyden välissä voimamittauksessa. Tästä johtuen ne, jotka suorittavat testit heti yhteisen alkulämmittelyn jälkeen, olivat lihaksiston voimakapasiteetiltaan paremmassa tilanteessa kuin ne testattavat, jotka testattiin vasta harjoitusvuoron lopussa. Lähtökohdat maksimaaliseen voimamittaukseen olivat siis erilaiset testattavien osalta.

Mietimme, kuinka käytännössä **harjoittelujakso toteutui** testiryhmän osalta. Emme olleet seuraamassa kuntosaliharjoittelua, jolloin luotimme täysin ryhmän ohjaajaan ohjaukseen. Pohdimme, tekivätkö asiakkaamme harjoitteita samoilla painoilla koko jakson ajan, vai lisäsivätkö he vastusta joko itsenäisesti tai ohjaajan toimesta. Vastuksen nostoon harjoittelujakson aikana pyrimme, mutta koska kyseessä olivat ikäihmiset, halusimme pitää harjoittelun intensiteetin kuitenkin ryhmälle sopivana ja harjoittelun miellyttävänä kokemuksena, mutta kuitenkin tavoitteellisena. Näin ollen painoja ei nostettu maksimitasolle.

Lisäksi mietimme, olisiko harjoittelujakson ohjeistuksen pitänyt olla tarkempaa ja kontrolloidumpaa, kuin mitä testattavillemme ja ryhmän ohjaajalle annoimme. Olisimmeko näin saavuttaneet parempia tuloksia? Brose ja muut (2002) ovat tutkineet valvotun voimaharjoittelun vaikutuksia ikääntyneillä ja saaneet positiivisia tuloksia voimantuoton kannalta. Meidän tutkimuksessamme valvonta ja suunnittelu harjoittelujakson ajalta jäivät vähäisiksi, joten tässä voi olla iso syy heikkoihin tuloksiin.

Vastuksen nostamisen lisäksi pohdimme, tuliko **liikkeet tehtyä aina täysin oikein harjoittelujakson aikana**. Erityisesti meitä jäi mietityttämään, onko liikeradat tehty loppuun asti vai jäivätkö liikeradat ohjetta vajaanmiksi. Pohdimme myös, onko **toistoja tehty tarpeeksi** lihasvoiman kasvattamiseksi ja onko suositetut sarjat tehty aina loppuun asti, vai jätetty kesken.

Koska kyseessä oli seniorikuntosaliryhmä, jonka tarkoituksena on kokonaisvaltaisesti ylläpitää ja kehittää asiakkaidensa lihaskuntoa, mietimme missä suhteessa asiakkaamme harjoittivat jalkalihaksia muihin lihasryhmiin verrattuna. Kuntosalilla on käytössä kolme HUR:n laitetta, jotka kehittävät alaraajojen lihasvoimaa: loitonus- lähennys-, koukistus- ojennus- ja jalkaprässilaitteet.

Mittausmenetelmän valintaa pohdimme pitkään. Päädyimme isometrisiin maksimivoimamittauksiin laitteilla, sillä maksimivoima on ikäihmisille liikkumisen kannalta ensiarvoisen tärkeää. Lisäksi laitteilla saadaan vakioitua mittausasento ja toteutettua

mittaukset turvallisesti. Tämän tyyppisiä tutkimuksia kyseiselle ikäryhmälle on tehty melko vähän, mutta väestön ikääntyessä tällaiselle tutkimustiedolle on kuitenkin tarvetta.

Jälkikäteen pohdimme, olisiko dynaaminen testausmuoto ollut tutumpi asiakkaamme, jotka ovat harjoitelleet paineilmalaitteilla toistotyyppisesti. Kurasen ja Nurkan (2010, 276) mukaan maksimaalista lihasvoimaa voidaan testata luotettavasti sekä staattisesti, että dynaamisesti. Staattinen isometrinen testausmuoto oli heille uusi asia, joten sen ymmärtäminen saattoi vaikuttaa tuloksiin. Toisaalta dynaaminen testausmuoto olisi saattanut osoittautua liian rankaksi asiakasryhmällemme.

Mietimme asiakasryhmämme motivaatiota ja perimmäisiä syitä salilla käymiseen, sekä tavoitteelliseen harjoitteluun. Useimmat kertoivat käyvänsä kuntosaliryhmässä oman kunnon ylläpitämisen, kipujen hallitsemisen, sekä yleisen jaksamisen vuoksi. Nämä seikat vaikuttavat elämänlaatuun, minkä muutamat nostivat tärkeäksi seikaksi kuntosalilla käymisen syyksi. Kuntosaliryhmästä moni ikääntynyt tuntui käyvän ryhmässä harjoittelemassa toimintakyvyn ylläpitämisen näkökulmasta: kotona selviytyminen oli monelle motivaationa harjoitteluun. Toiset taas nostivat tärkeimmäksi seikaksi sosiaalisen puolen: vähintään kerran viikossa on mukava tavata ystäviä liikunnan merkeissä. Harva korosti käyvänsä kuntosalilla pelkästään lihasvoiman parantamisen vuoksi. Pikemminkin ikääntyneet nostivat esille juuri näitä voiman lisäyksestä aiheutuvia välillisiä seikkoja.

Korostimme testiryhmälle, ettei testiä kannata ottaa liian vakavasti, mutta toivomme innokasta osallistumista. Useimpia ensimmäinen testaus jännitti, mikä kertoi mielestämme siitä, että innostusta harjoitteluun on. Moni myös kertoi odottavansa loppu-testauksen tuloksia innolla. Uskomme siis mittausten nostaneen testiryhmämme motivaatiota.

Pohdimme, oliko **mittausympäristöllä** mahdollisesti vaikutusta tuloksiin. Toisten ryhmäläisten läsnäolo samassa tilassa saattoi vaikuttaa keskittymiseen. Testilaitteisto

oli samassa tilassa, missä muiden ryhmäläisten kuntosalikerta pyöri normaalisti. Mittauskertojen välissä helposti keskusteltiin niitä näitä toisten kanssa. Pohdimme, olisiko keskittyminen ollut parempaa, mikäli laitteisto olisi ollut pienessä erillisessä tilassa, vai olisiko silloin testitilanne muuttunut liian viralliseksi ja jännittäväksi. Positiivista salissa oli tietenkin se, että ryhmä, sekä laitteet olivat tuttuja, joten uutena asiana ei tullut muuta kuin me mittaajat. Vieras testilaitteisto olisi voinut muuttaa tuloksia heikompaan suuntaan.

Pitkään mietimme, olisimmeko järjestäneet **kolmannen mittauskerran** pääsiäisen tienoille. Näin olisimme saaneet minimoitua joulutauon mahdolliset hättävähaitteet pois ja saaneet relevantimmat tulokset. Uskomme, että kolmannen mittauskerran järjestäminen olisi muuttanut mittaustuloksia positiivisemmaksi. Ajanpuutteen vuoksi päädyimme jättämään tämän kolmannen mittauskerran pois.

Tulosten luotettavuutta pohdimme mahdollisten mittausvirheiden näkökulmasta. Mittausvirheen voivat aiheuttaa mittauskohde, mittaaja, mittauslaite, mittausmenetelmä tai ympäristö (Kauranen & Nurkka 2010, 182). Mittauskohteena toimineiden seniorikuntosalilaisten kanssa yhteistyö sujui saumattomasti ja mittaukset saatiin tehtyä suunnitelmien mukaan. Olimme itse tutustuneet useampaan otteeseen mittausvälineistöön, sen käyttöön, sekä tulosten tulkintaan, joten uskomme, ettei tulosten tulkinnassa ole tapahtunut suuria virheitä. Mittausmenetelmän valintaa pohdimme ennen tutkimuksen aloittamista opettajamme kanssa ja päädyimme isometrisiin mittauksiin kohderyhmämme iän ja turvallisuuden vuoksi. Koimme tämän hyväksi valinnaksi.

Lisäksi luotettavuuteen mahdollisesti vaikuttaneita mittausympäristö- tekijöitä pohdimme aiemmin, mutta emme usko siltäkään olleen suurta vaikutusta tuloksiin. Ainut luotettavuutta alentava seikka liittyy edellä mainittuun mittauslaitteiston epätarkkuuteen, joka antoi meille kahdensuuntaisia tuloksia. Pidimme kuitenkin yhtenäisen linjan kummallakin mittauskerralla tulosten kirjaamisen suhteen, joten emme usko tämän vaikuttaneen liikaa tuloksiin.

Mielestämme tulokset ovat käyttökelpoisia asiakkaillemme. He saivat henkilökohtaiset tulokset ja selkokielisen arvioinnin omasta tasostaan sekä mahdollisia harjoitusvinkkejä kehitettävistä osa-alueista. Kuten aiemmin mainitsimme, myös Jyväskylän kaupungin liikuntapalvelut hyötyvät tuloksista toiminnan kehittämisen näkökulmasta.

Samalle ryhmälle voisi tehdä samaiset mittaukset uudelleen ja verrata niitä saamiimme tuloksiin. Näin saataisiin pitkän aikavälin harjoittelun vaikuttavuudesta tietoa. Lisäksi toiselle HUR- harjoitteluryhmälle voitaisiin suorittaa samat mittaukset ja verrata saatuja tuloksia keskenään. Asiakkaille voisi myös suunnitella tietynlaisen harjoitusohjelman, joita kaikki noudattaisivat. Sen jälkeen voitaisiin verrata taas tuloksia meidän saamiimme. **Kehittämisideoita** on siis lukuisia. Opinnäytetyön aiheeksi sopisi myös kysely siitä, minkä vuoksi ikääntyneet käyvät salilla. Onko kyse toimintakyvyn ja elämänlaadun parantamisesta, sosiaalisesta kanssakäymisestä, vai oikeasti pelkästään lihasvoiman kehittämisestä.

9. LÄHTEET

Aalto, R. 2009. Liikkeelle: hyvän olon opas senioreille. Docendo Sport. Saarijärven Offset Oy.

Active older adults. Physical activity Guidelines for Americans. 2008. U.S Department of Health & Human Services. Viitattu 3.4.2014.

<http://www.health.gov/paguidelines/guidelines/chapter5.aspx>.

Barrett, C. & Smerdely, P. 2002. A comparison of community- based resistance exercise and flexibility exercise for seniors. Australian Journal of Physiotherapy. 48. Viitattu 12.8.2014. <http://ajp.physiotherapy.asn.au/AJP/48-3/AustJPhysiotherv48i3Barrett.pdf>.

Brose, A., Parise, G. & Tarnopolsky, MA. 2002. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. The Gerontological Society of America. The journals of gerontology. Viitattu 3.9.2014.

[Http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/58/1/B11.short](http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/58/1/B11.short).

Eloranta, T. & Punkanen, T. 2008. Vireään vanhuuteen. Otavan Kirjapaino Oy.

Era, P. 1997. Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 108. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Fogelholm, M., Vasankari, T. & Vuori, I. 2011. Terveysliikunta. Duodecim. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Global recommendations on physical activity for health. 2010. World Health Organization. Viitattu 3.4.2014.

http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf.

Heikkinen, E., Jyrkämä, J. & Rantanen, T. (toim.). 2013. Gerontologia. Duodecim. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Heikkinen, E. 2005. Iäkkäiden ihmisten terveys ja toimintakyky. Duodecim. Terveyskirjasto. Viitattu 19.8.2014.

[Http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=suo00049](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=suo00049).

Hunter, GR., McCarthy JP. & Bamman, MM. 2004. Effects of resistance training on older adults. Sport Med. Viitattu 2.9.2014.

<http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200434050-00005#page-1>.

HUR Labs. Viitattu 27.9.2014. <http://www.hurlabs.com/>

HUR- teknologia. SmartCard. Viitattu 10.4.2014. [Http://www.hur.fi/hur-teknologia/smartcard](http://www.hur.fi/hur-teknologia/smartcard).

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteellinen seura. Tampere: Tammerprint Oy.

Latham, NK., Bennet, DA., Stretton CM. & Anderson, CS. 2004. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. The Journals of gerontology. PubMed. Viitattu 2.9.2014. [Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14718486](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14718486).

Lihaskuntoa seniorikuntosalilta. 2014. Liikuntapalvelut. Jyväskylän kaupunki. Viitattu 10.4.2014.
[Http://www.jyvaskyla.fi/liikunta/sisaliikuntapaikat/aaltoalvari/seniorikuntosali](http://www.jyvaskyla.fi/liikunta/sisaliikuntapaikat/aaltoalvari/seniorikuntosali).

Liikuntapalvelut. 2014. Hallinto. Jyväskylän kaupunki. Viitattu 2.9.2014.
[Http://www.jyvaskyla.fi/liikunta/hallinto](http://www.jyvaskyla.fi/liikunta/hallinto).

Liu, CJ. & Latham, NK. 2009. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. The Cochrane database of systematic reviews. PubMed. Viitattu 2.9.2014. [Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19588334](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19588334).

Liukastumis- ja kaatumistapaturmat. 2014. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Viitattu 27.9.2014. [Http://www.thl.fi/fi_FI/web/pistetapaturmille-fi/tietoa-tapaturmista/liukastumis-ja-kaatumistapaturmat](http://www.thl.fi/fi_FI/web/pistetapaturmille-fi/tietoa-tapaturmista/liukastumis-ja-kaatumistapaturmat).

Liukastumisten ja kaatumisten kustannukset vakuutuskorvauksineen yli 600 miljoonaa euroa vuodessa. 2012. Ilmatieteen laitos. Tiedotearkisto 2012. Viitattu 27.9.2014. [Http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/466101](http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/466101).

Lyyra, T-M., Pikkarainen, A. & Tiikkainen, P. 2007. Vanheneminen ja terveys. Hoitotieto. Tampere: Tammer- Paino Oy.

Martiskainen, T. 2013. Lihaskuntoapainotteen liikuntaharjoittelun vaikutus ikääntyvän terveyteen, toimintakykyyn ja elämänlaatuun. Kandidaatintutkielma. Itä- Suomen yliopisto. Viitattu 12.8.2014.
[Http://www.uef.fi/documents/1081098/1081133/TuulaMartiskainen.pdf/38c84bc9-901b-434b-9f1d-cb417ab29a2c](http://www.uef.fi/documents/1081098/1081133/TuulaMartiskainen.pdf/38c84bc9-901b-434b-9f1d-cb417ab29a2c).

Nelipäinen reisilihas. 2014. Wikipedia. Viitattu 10.4.2014.
[Http://fi.wikipedia.org/wiki/Nelipäinen_reisilihas](http://fi.wikipedia.org/wiki/Nelipäinen_reisilihas).

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkvist, S-E. 2008. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Werner Söderström Osakeyhtiö. 15.- 17. painos.

Pajala, S. 2012. Iäkkäiden kaatumisten ehkäisy. IKINÄ- opas. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy. Viitattu 27.9.2014.
[Http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/923b49af-ca1a-4c44-a14c-505319cac74e](http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/923b49af-ca1a-4c44-a14c-505319cac74e).

Piitulainen, K. 2002. Keski- ikäisten ja iäkkäiden naisten ja miesten intensiivisen voimaharjoittelun aiheuttamat muutokset lihasten voimantuotto- ominaisuuksiin, emg-aktiivisuuteen ja poikkipinta- alaan sekä kävelynopeuteen. Fysioterapian pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 3.9.2014.
[Https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8244/kirpii.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8244/kirpii.pdf?sequence=1).

Quizlet. 2014. ES Lecture 2-T4. Viitattu 10.4.2014. [Http://quizlet.com/11717521/es-lecture-2-t4-flash-cards/](http://quizlet.com/11717521/es-lecture-2-t4-flash-cards/).

Ramula, H. 2004. Monipuolisen liikuntaharjoittelun vaikutus alaraajojen toiminnalliseen lihasvoimaan ja dynaamiseen tasapainoon ikääntyneillä naisilla. Satunnaistettu, kontrolloitu liikuntainterventiotutkimus. Fysioterapian Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 12.8.2014.
[Https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8221/G0000532.pdf](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8221/G0000532.pdf).

Rintala, P., Huovinen, T. & Niemelä, S. 2012. Soveltava liikunta. Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 168. Tampere: Temmerprint Oy.

Sakari- Rantala, R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta- ja kuntosaliharjoittelu. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 142. LIKES- tutkimuskeskus. Jyväskylä. Viitattu 2.9.2014. [Http://www.likes.fi/filebank/596-142sakarirantala.pdf](http://www.likes.fi/filebank/596-142sakarirantala.pdf).

Sundell, J. 2012. Voimaharjoittelu –ohje keski- ikäisille ja vanhemmille. Duodecim. Terveyskirjasto. Viitattu 11.8.2014.
[Http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk01079](http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk01079).

Tilastotiede. 2014. Frekvenssi. Wikikirjasto. Viitattu 5.9.2014.
[Http://fi.wikibooks.org/wiki/Tilastotiede#Frekvenssi](http://fi.wikibooks.org/wiki/Tilastotiede#Frekvenssi).

Verrill, D.E. 2001. Strength Training for Older Adults. Geriatric Times. Viitattu 5.9.2014. [Http://www.esn-online.com/wp-content/uploads/2010/03/StrengthTrainingOlderAdults.pdf](http://www.esn-online.com/wp-content/uploads/2010/03/StrengthTrainingOlderAdults.pdf).

Viikoittainen liikuntapiirakka yli 65- vuotiaille. 2013. UKK- instituutti. Viitattu 3.4.2014.
[Http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/terveysliikuntasuositukset/liikuntapiirakka_yli_65-vuotiaille](http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/terveysliikuntasuositukset/liikuntapiirakka_yli_65-vuotiaille).

Vuori, I. 2010. Ikääntymiseen liittyviä fysiologisia muutoksia ja liikunta. Lihaskato ja lihaksen voima, teho ja kestävyys. Käypä hoito. Viitattu 11.8.2014.
[Http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus;jsessionid=66424A9FFC5BCF66E7816AEE783F610F?id=nix01182](http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus;jsessionid=66424A9FFC5BCF66E7816AEE783F610F?id=nix01182).

Vuori, I. 2010. Liikuntasuositus kaikille 65 vuotta täyttäneille sekä 50-64-vuotiaille henkilöille, joilla on joku pitkäaikainen sairaus tai toimintakyvyn rajoite, joka vaikuttaa liikuntaan osallistumiseen tai kuntoon. Käypä- hoito. Duodecim. Viitattu 3.4.2014. [Http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukses/naytaartikkeli/.../nix01179](http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukses/naytaartikkeli/.../nix01179).

Väestö. 2014. Tilastokeskus. Viitattu 2.9.2014. [Http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_vaesto.html#vaestoianmukaan](http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_vaesto.html#vaestoianmukaan).

Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. 2008. FYSS 2008. Fysisk aktivitet I sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. Statens folkhälsoinstitut. Viitattu 11.8.2014. [Http://fyss.se/wp-content/uploads/2011/02/FYSS-2008-hela-boken.pdf](http://fyss.se/wp-content/uploads/2011/02/FYSS-2008-hela-boken.pdf).